Republic of Ecuador





GPE INEN 12 (1987) (Spanish): Guía práctica. Uso de medidas preferidas para la construcción. Excavaciones

BLANK PAGE

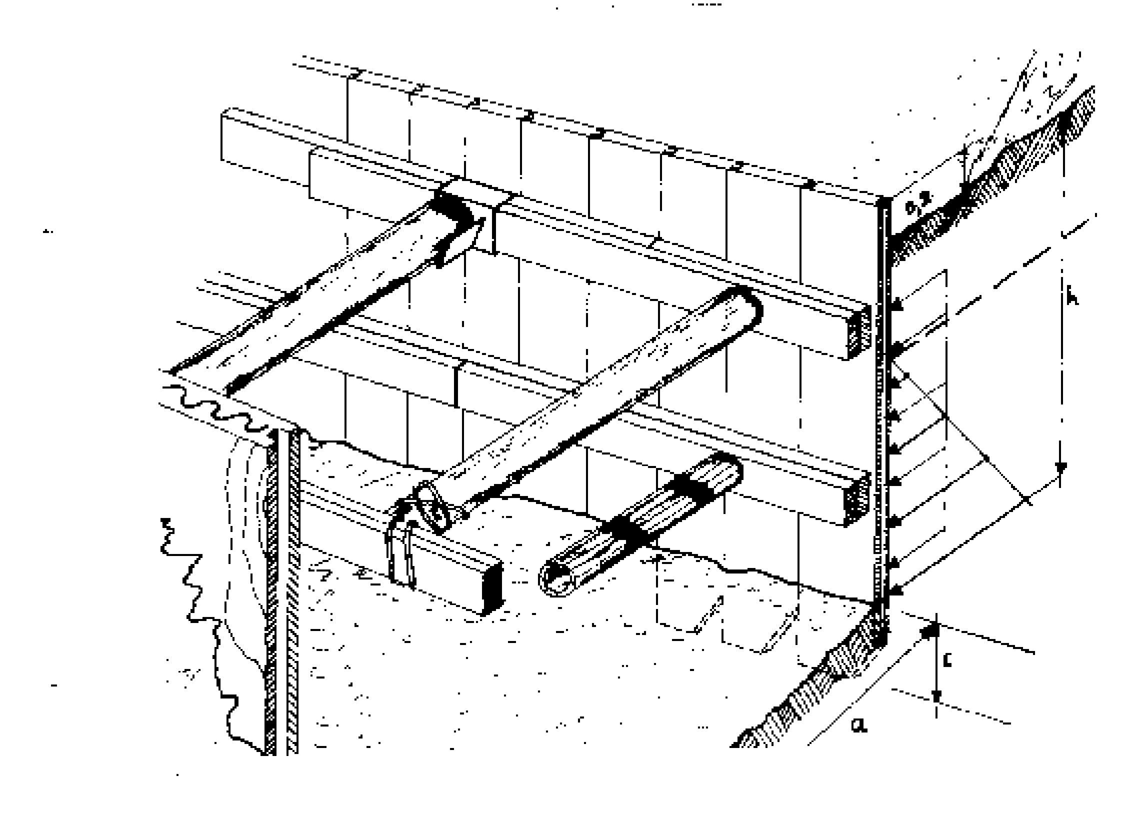




INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

guía de práctica

GP-012



EXCAVACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

ING. - ARQ. SJOERD NIENHUYS

2da. Edición Quito, Agosto 1987

Quito - Ecuador



Guía Práctica Ecuatoriana	GUÍA DE PRACTICA EXCAVACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	GPE INEN 012:1987 1987-08

1. OBJETO

1.1 Esta guía tiene por objeto señalar algunas medidas que garanticen una relativa seguridad a las personas que trabajan en excavaciones y construcción de zanjas.

1.2 Esta guía proporciona las instrucciones y medidas que deben tomarse en cuenta para evitar que se derrumben los taludes y realizar estructuras de contención del suelo, así como algunos ejemplos para realizar construcciones soportantes en zanjas con un método seguro.

1.3 Esta guía se aplica en todos los trabajos en que los taludes no están directamente recortados hasta un talud de equilibrio.

1.4 Esta guía no tiene aplicación en excavaciones destinadas a la explotación de minas de arena o piedra, etc.

1.5 Tampoco en excavaciones o zanjas.

a) de una profundidad menor a 1,50 m;

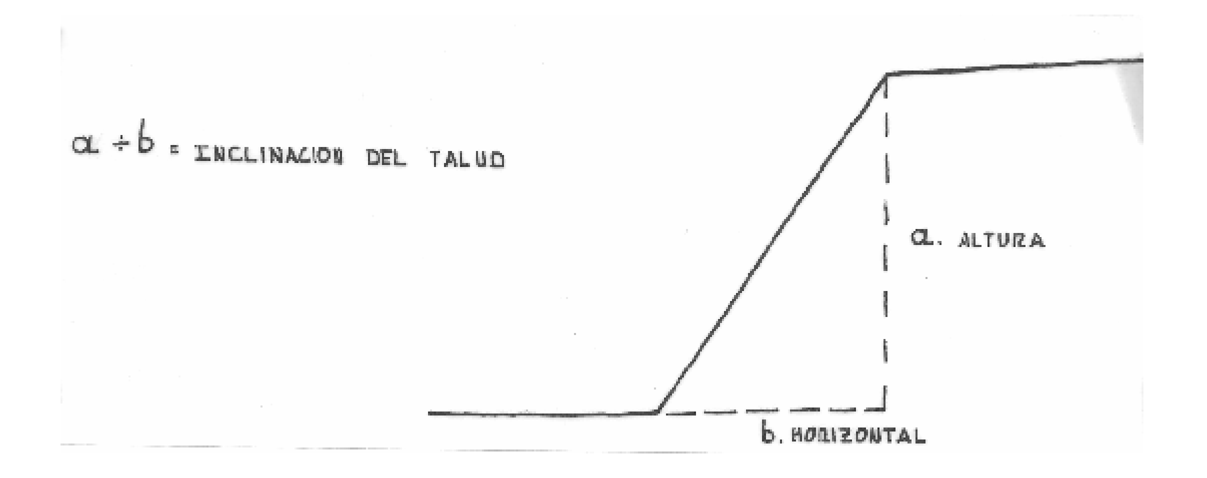
b) en las que no entra persona alguna por ninguna razón, o en que todos los trabajos se ejecuten mecánicamente; y,

c) en las de una profundidad menor a 2 m, cuando se realizan en suelos sintetizados terrenos de roca, sedimentos conglomerados, marga o arcilla calcárea, arenas cementadas y otros suelos muy compactos.

1.6 Las Instituciones y personas autorizadas pueden exigir medidas de excavación adicionales, cuando el tipo de trabajo y obra las requieran.

2. TERMINOLOGIA

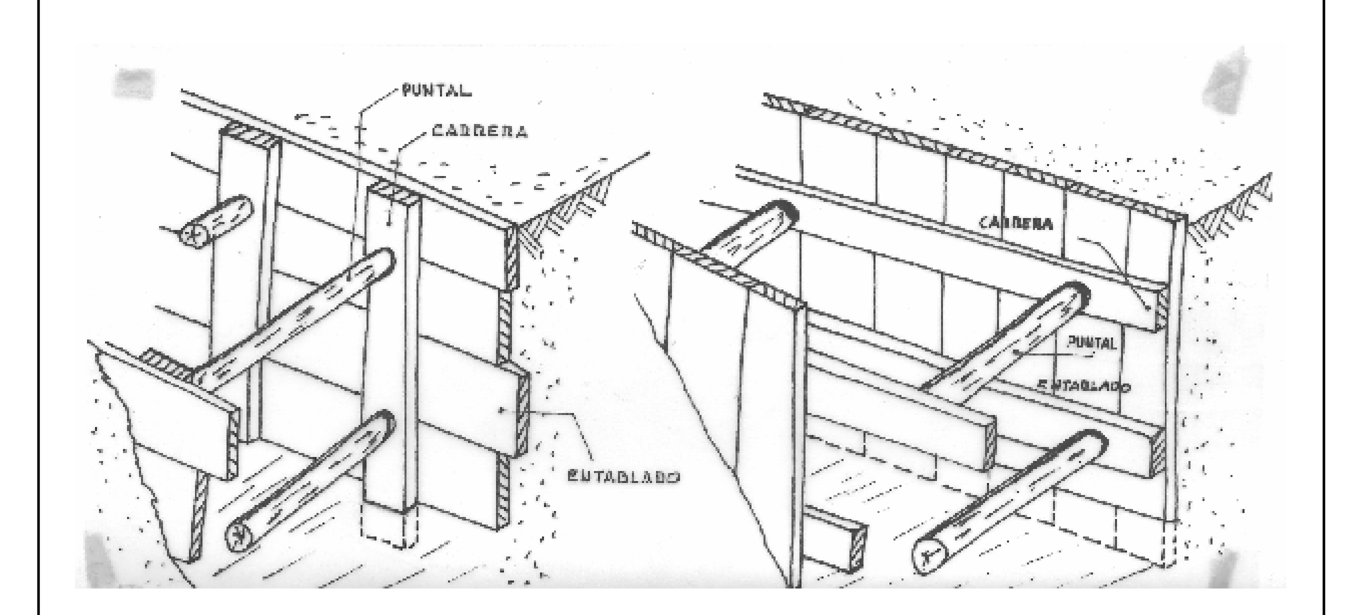
2.1 *Inclinación de un talud. Es* la relación que existe entre la altura a) y la distancia horizontal b). (Ver figura 1)



2.2 *Entablado. Es* el conjunto de tablones de madera o de metal de revestimiento que resiste directamente la presión de los lados de la trinchera.

2.3 *Puntal. Es* el elemento horizontal de apoyo que atraviesa la excavación *y* resiste directamente la presión de las carreras (largueros). (Ver figura 2-a)

2.4 *Carrera (larguero). Es* el elemento longitudinal que resiste directamente la presión del entablado. (Ver figuras 2-2 y 2-6)



3. RECOMENDACIONES GENERALES

3.1 Cuando la profundidad de las excavaciones tiene más de 1,5 m, en suelos de arena, arcilla, tierras revueltas, flojas o inestables, deben tomarse las medidas necesarias para evitar el derrumbe del talud, como excavar el talud hasta obtener una inclinación segura o aplicar un apuntalamiento, encofrado o entablado, cuando la inclinación es más vertical.

3.2 Cuando la profundidad de las excavaciones tiene más de 2 m, en tierras rocosas, aglomeradas, sedimentos, conglomerados, marga o arcilla calcárea, o arenas cementadas, deben aplicarse iguales medidas para evitar derrumbes.

3.3 La estabilidad de un talud depende de varios factores y algunas circunstancias pueden influir en ésta de una manera negativa, como:

a) un nivel freático al nivel del piso de excavación o más alto (agua que llega por otras razones como lluvia excesiva);
b) carga lateral o cercanía a excavaciones para edificios, caminos, materiales de construcción, equipamientos de excavación o el suelo que salga de la excavación misma;
c) heterogeneidad del terreno y/o suelo conformado en capas; rellenos antiguos cerca de la excavación y cavidades con arena movediza;
d) vibraciones originadas por máquinas excavadoras, máquinas para la hincadura de pilotes, tránsito pesado (ferroviario) y uso de explosivos; y,
e) reducción de la calidad de suelo por exposición a la intemperie o por drenaje del agua freática.

3.4 Cuando no existen las circunstancias desventajosas antedichas, se pueden excavar los taludes en las inclinaciones indicadas en los párrafos siguientes.

3.5 La inclinación de los taludes depende del tipo de suelo, que se clasifica en forma general, de la siguiente manera:

a) suelo duro y suelo rocoso, (ver figura 1)
resistencia a carga vertical mayor a 5 kg/cm^2,

Ejemplos:

aglomerados
sedimentos conglomerados
marga o arcilla calcárea
arenas cementadas
tierras rocosas;

b) suelo que puede hendirse o desmenuzarse (no cohesivo), resistencia a la carga vertical entre 2 y 5 kg/cm^2, (ver figuras 2 y 3)

Ejemplos:

grava o marga
arena medio densa
arena y marga medio densa ;

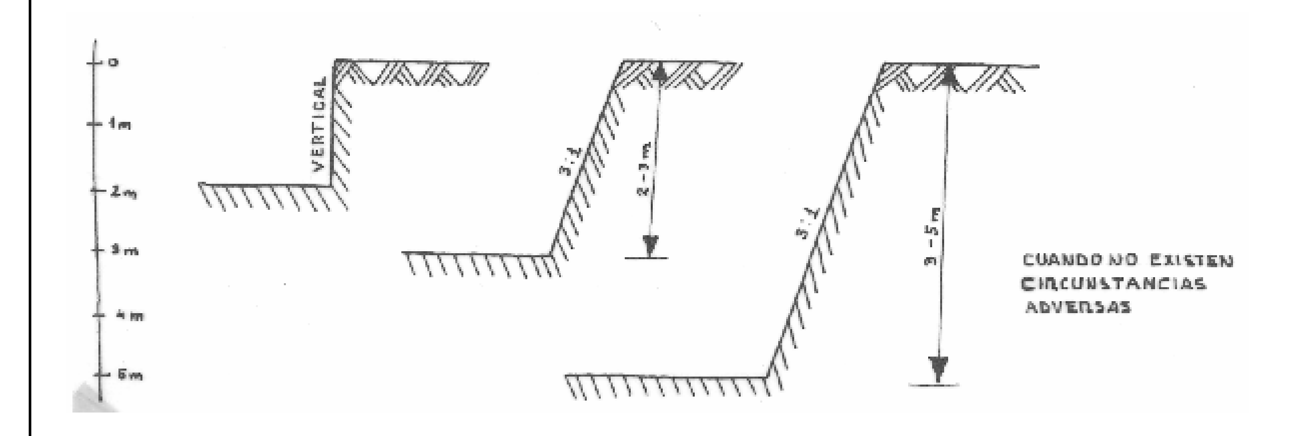
c) suelo anteriormente alterado, suelo flojo,

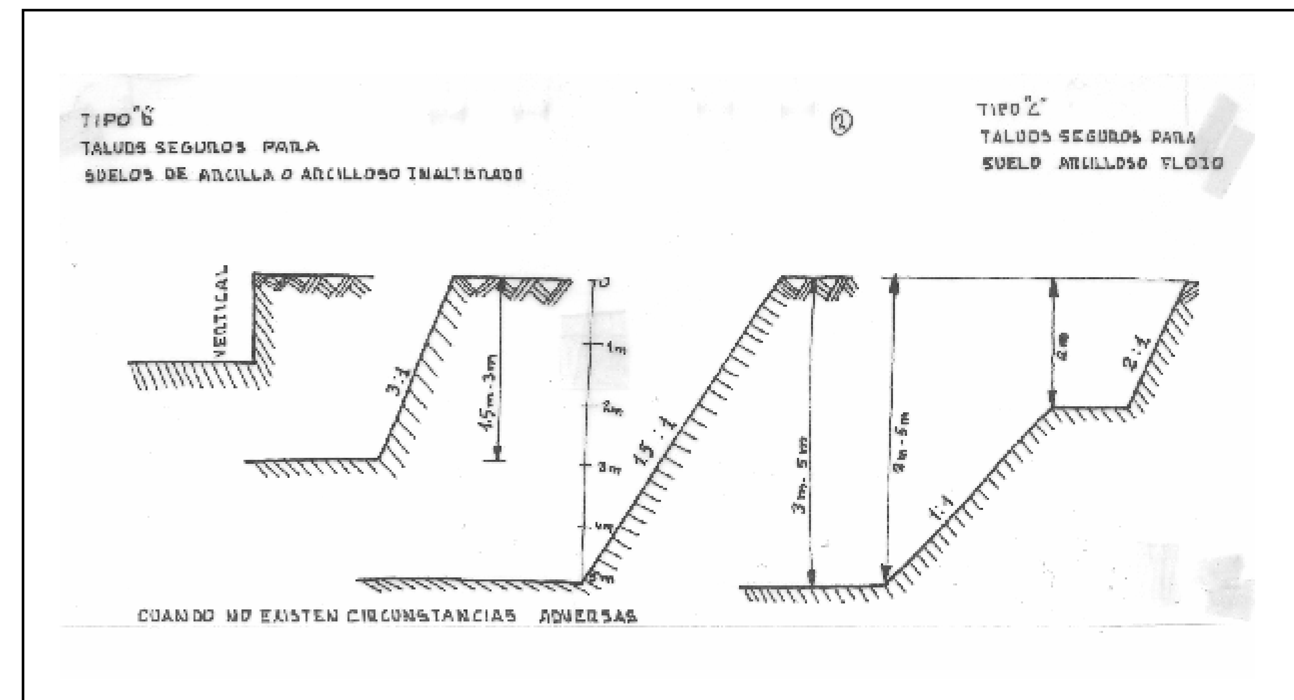
Ejemplos:

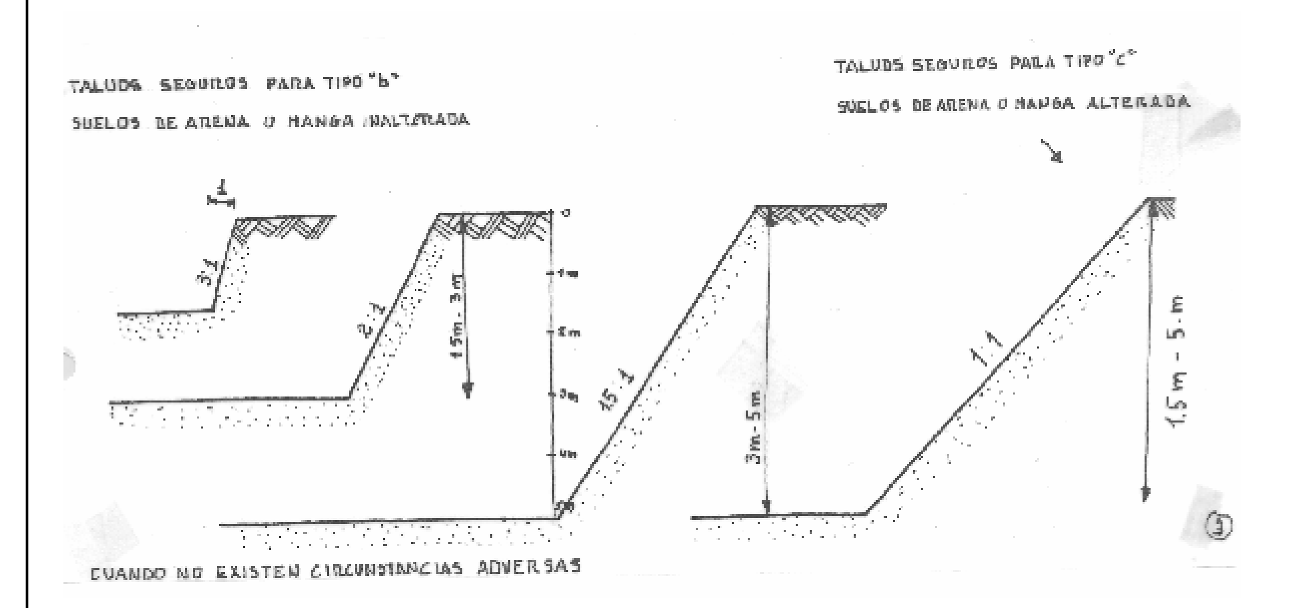
arcillas blandas
arenas flojas
marga floja;

d) suelos bajo presión hidráulica.

3.6 *Taludes seguros para suelos del tipos a).*

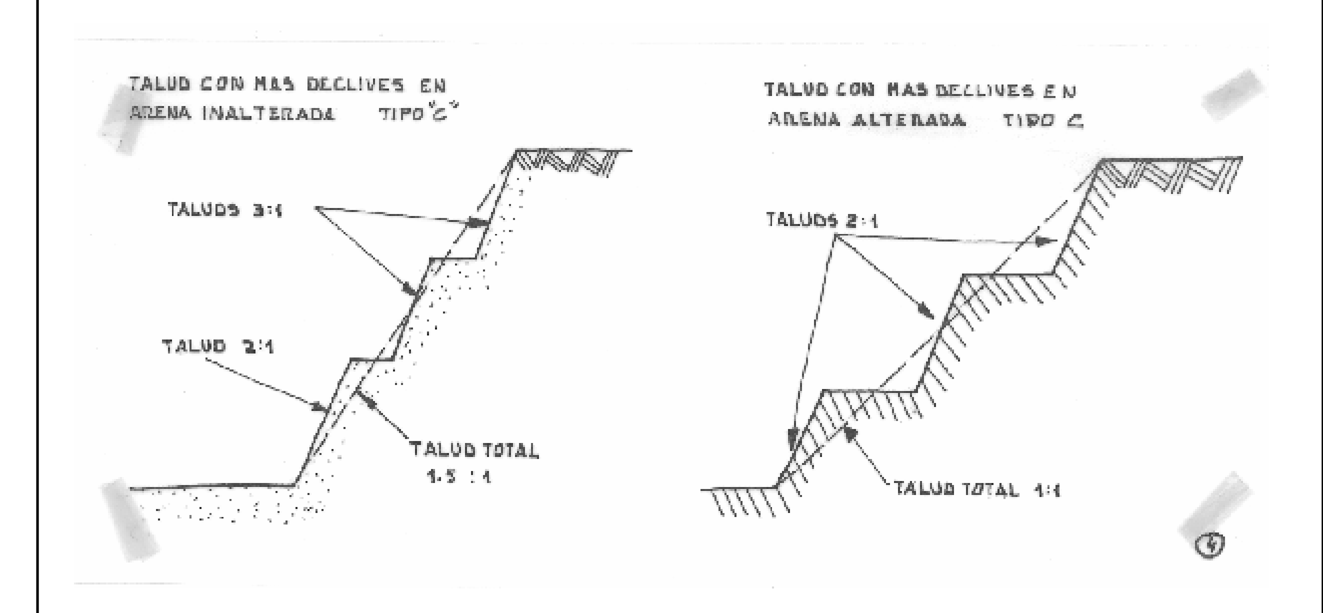



TIPO "b"
TALUDS SEGUROS PARA
SUELOS DE ARCILLA O ARCILLOSO INALTERADO
TIPO "C"
TALUDS SEGUROS PARA
SUELO ARCILLOSO FLOJO
VERTICAL
3:1
1,5m - 3m
1m
2m
3m
4m
5m
1.5 : 1
3m - 5m
2m - 5m
1:1
2m
2:1
CUANDO NO EXISTEN CIRCUNSTANCIAS ADVERSAS

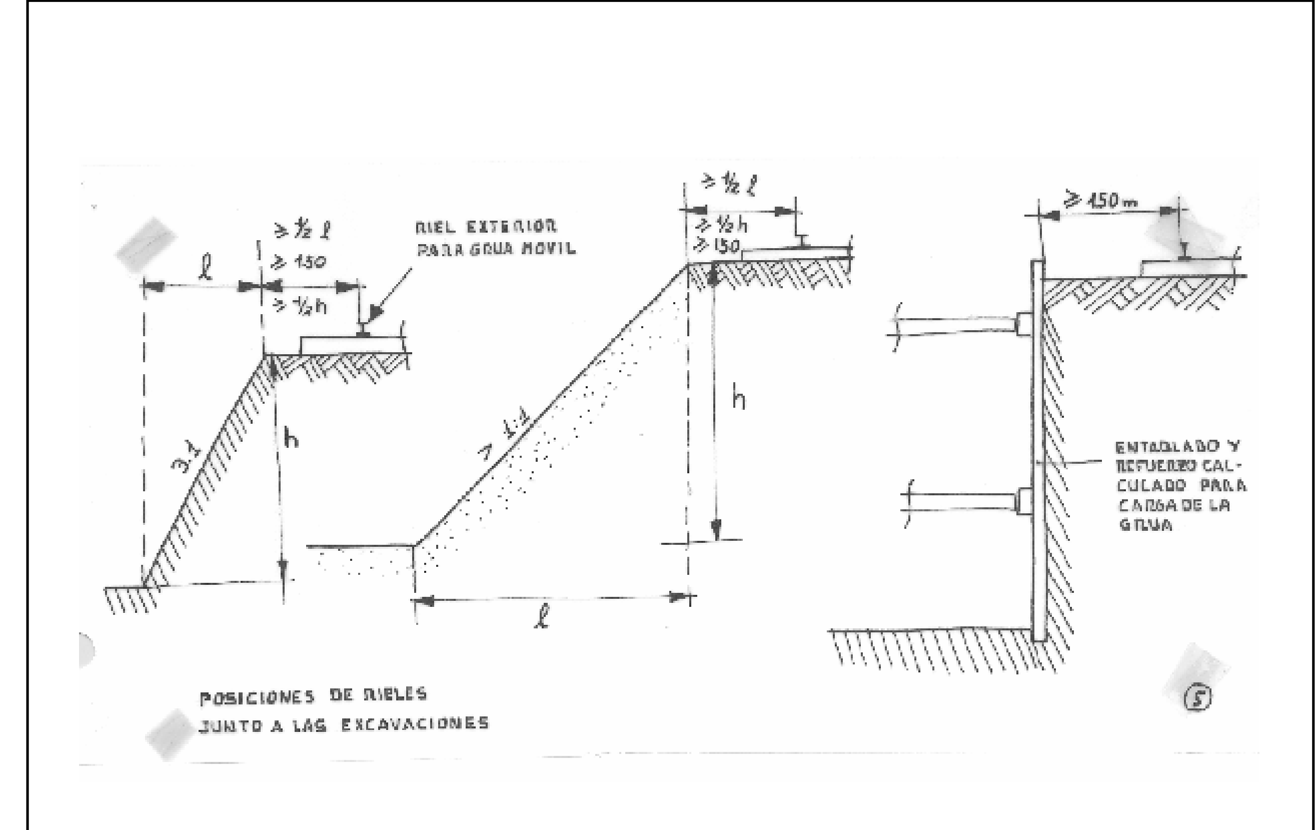

TALUDS SEGUROS PARA TIPO "b"
SUELOS DE ARENA O MANGA INALTERADA
TALUDS SEGUROS PARA TIPO "C"
SUELOS DE ARENA O MANGA ALTERADA
3:1
2:1
1.5m - 3m
1m
2m
3m
4m
1.5:1
3m - 5m
1:1
1,5 m - 5 m
CUANDO NO EXISTEN CIRCUNSTANCIAS ADVERSAS

3.7 No es posible dar indicaciones para excavaciones que tengan más de 5 m de profundidad. Para profundidades mayores a 5 m, se recomienda efectuar análisis de resistencia y estabilidad de los suelos. No se proporcionan indicaciones en cuanto a taludes en suelos pantanosos o de turbera, porque en la mayoría de estos suelos se necesita un entablado especial o ataguía.

3.8 Cuando el talud es hecho en más de un declive, las inclinaciones máximas de estos declives parciales deben cumplir con las especificaciones del párrafo 3.6 y el declive total debe ser equivalente al talud máximo indicado para el total de la excavación (ver figura 4).



3.9 Cuando se usen máquinas para trabajos dentro o cerca de las excavaciones, deben colocarse a una distancia adecuada de la excavación, a fin de que no exista peligro de derrumbe. Los rieles fijos para las grúas móviles deben colocarse a una distancia de por lo menos 0,5 h ó 0,5 / desde el borde la excavación, siempre con un mínimo de 1.50 m, o la dimensión que sea mayor (ver figura 5).



4. ESTRUCTURAS DE CONTENCION DEL SUELO

4.1 Los miembros del encofrado o entablado de madera para obras de contención deben tener las medidas mínimas siguientes:

tablones	espesor mínimo	5 cm
	ancho mínimo	15 cm
carreras	espesor mínimo	10 cm
	ancho mínimo	15 cm
puntales	espesor mínimo	10 cm
	ancho mínimo	10 cm
	postes redondos	10 cm de diámetro
	troncos de bambú (gradua)	12 cm de diámetro

4.2 En los cálculos para las estructuras de contención, se considera que la presión efectiva del suelo seco a ' es constante para toda la altura. Debe calcularse adicionalmente la presión del agua como una presión que se incrementa con su profundidad. (Ver fig. 6)

4.2.1 Para suelo seco, la magnitud de esta presión se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$\sigma' = \lambda a(0{,}6\,\lambda_d h + q)$$

Donde:

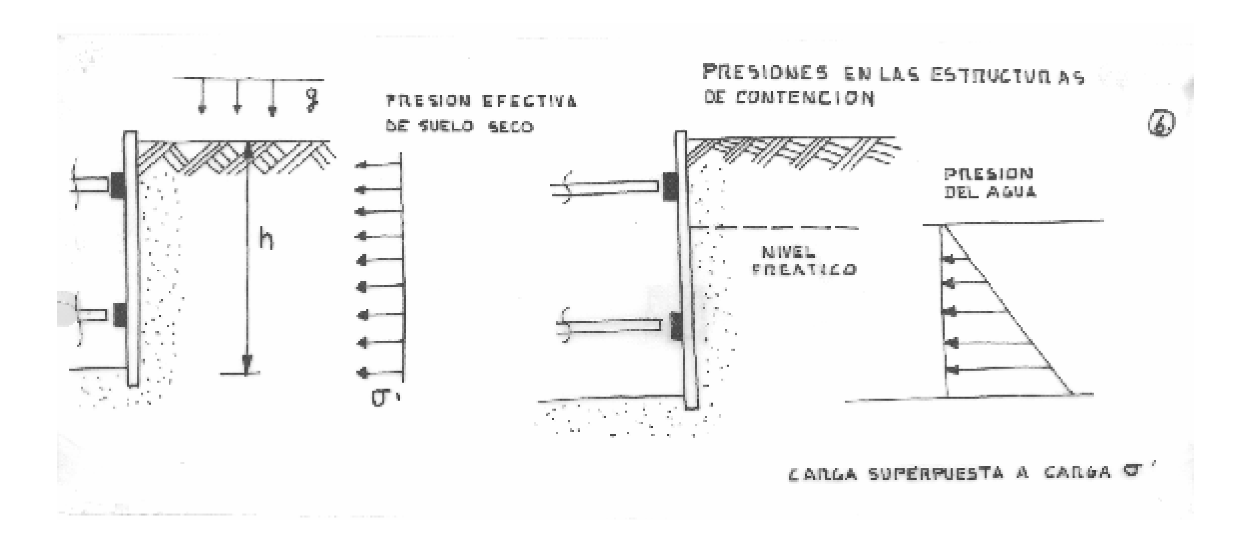
σ' = presión de suelo por unidad de superficie de la pared, considerada constante para toda la altura,

λ_d = peso unitario del suelo seco,

h = profundidad de la zanja o excavación,

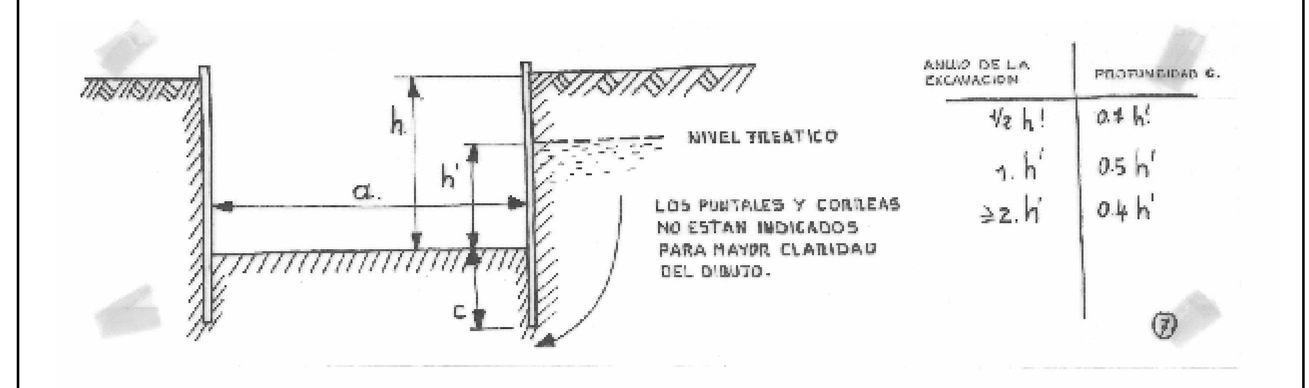
q = carga del suelo superior por unidad de superficie,

λa = coeficiente de la carga activa del suelo.



4.4 Para excavaciones en suelos no-cohesivos con un nivel freático constante, es importante que los tablones verticales continúen bajo el piso de la excavación. Esto se hace para evitar que los tablones se muevan interiormente y se reduzca la cantidad del agua que pasa por debajo de la construcción. (Ver fig. 7)

La dimensión preferida de la construcción se indica en el dibujo siguiente



4.5 Cuando se trata de suelos clasificados según el numeral 3.5 literales a, b, c y d, y cuando no existen circunstancias adversas, se pueden construir los entablados de acuerdo a la siguiente tabla:

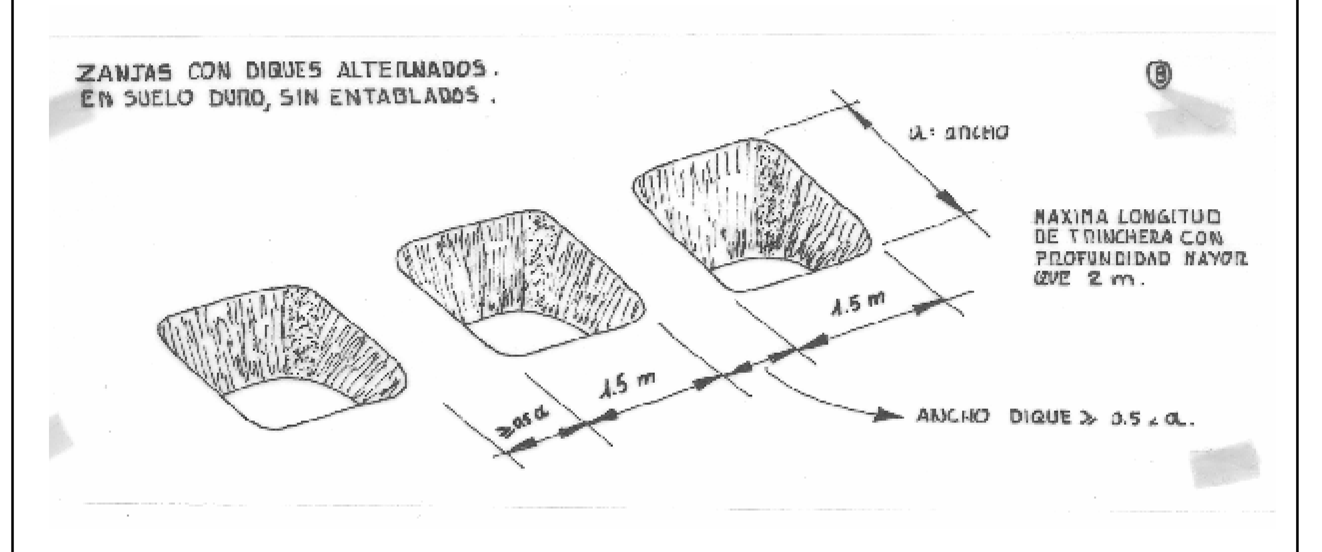
Profundidad de la excavación	Entablados		Carreras		Puntales			
	Sección	Intervalo	Sección	Intervalo	Sección trincheras < 2 m	Sección trincheras 2- 4 m	intervalo	
							vert.	horizont.
a) suelo duro	cm	m	cm	m	cm	cm	m	m
h = 2m - 3m	5 x 20	1,5	15 x 15	1,5	10 x 10	10 x 15	1,5	3
h = 3m - 5m	5 x 20	1,5	15 x 15	1,5	10 x 15	15 x 15	1,5	3
b) suelo disgre-gable								
h = 1,5m-3m	5 x 20	1	10 x 15	1,5	10 x 10	15 x 15	1,5	3
h = 3 m – 5 m	5 x 20	0,5	15 x 20	1,5	10 x 15	15 x 15	1,5	3
c) suelo flojo								
h = 1,5m 3 m	5 x 20	0,4	10 x 15	1,5	10 x 10	15 x 15	1,5	3
h = 3 m – 5 m	5 x 15	0,15 cerrado	20 x 20	1,5	15 x 15	15 x 15	1,5	3
d) suelo bajo presión hidrostática		cerrado						
h =1,5m - 2,5m	5 x 15	0,15	15 x 20	1,5	10 x 10	15 x 15	1,5	3
h = 2,5m -3m	5 x 15	0,15	15 x 25	1,25	10 x 15	15 x 15	1,25	3
h = 3m - 5m	8 x 20	0,20	25 x 25	1,25	15 x 15	15 x 15	1,25	3

4.5.1 Como se ha indicado en el numeral **4.5** literal a), los intervalos entre los entablados son de 1,5 m, iguales a los intervalos entre los puntales.

Esto implica que, en zanjas en suelo duro, se pueden dejar diques alternados con las zanjas que tengan luces máximo de 1,5 m.

La experiencia enseña que el ancho de estos diques debe tener por lo menos el 50⁰/o del ancho de las zanjas.

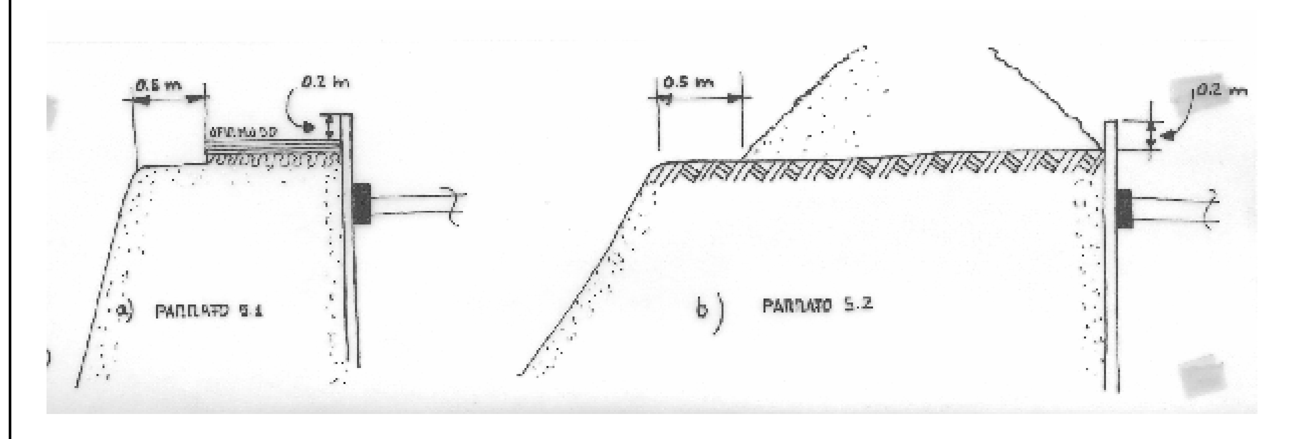
Para zanjas o excavaciones de mayor profundidad, deben aumentarse proporcionalmente las secciones de los miembros y, en igual forma, reducirse los intervalos, conforme a los cálculos de una persona competente y responsable de la ejecución de los trabajos (ver fig 8).



5. REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD

5.1 Cuando la excavación se encuentra en un camino o calle construidos sobre suelos no cohesivos, el afirmado debe levantarse 0,5 m del borde de la excavación, a fin de evitar que caigan piezas, salvo cuando existe un entablado cerrado que sube más de 0,2 m sobre el afirmado (ver fig. 9a).

5.2 Junto a los bordes de excavaciones debe dejarse un retiro de 0,5 m, que debe quedar limpio de todo material y suelo excavado, salvo cuando existe un entablado cerrado que sube más de 0,2 m sobre el nivel del terreno (ver fig. 9b).



5.3 En cada 30 m de longitud, las excavaciones deben tener una salida por medio de una escalera de mano y en cada 15 m, cuando existe un tipo de peligro especial, como derrumbes, gases, etc.

5.4 Una excavación que tiene al nivel del subsuelo un ancho mayor a 0,8 m debe tener suficientes puentes de buena calidad.

Cuando estas excavaciones tienen más de 2 m de profundidad, es necesario proveer de pasamanos a estos puentes, en lo posible de 0,90 - 1 m de altura.

5.5 Durante el trabajo en zanjas y pozos no se debe fumar ni usar mecheros de gas, por el peligro de posibles explosiones. En caso de que se sospeche la existencia de vapores o gases, o cuando un análisis indica la presencia de éstos, es necesario proveer ventilación, por medios mecánicos, para proteger la salud y seguridad de las personas que están trabajando.

5.6 Ningún motor de combustión (a gasolina, diesel, etc.) debe funcionar dentro de una zanja o pozo, aunque existan medidas adecuadas para evacuar los humos y gases de forma que no puedan regresar a la excavación, ya que los humos de combustión son más pesados que el aire.

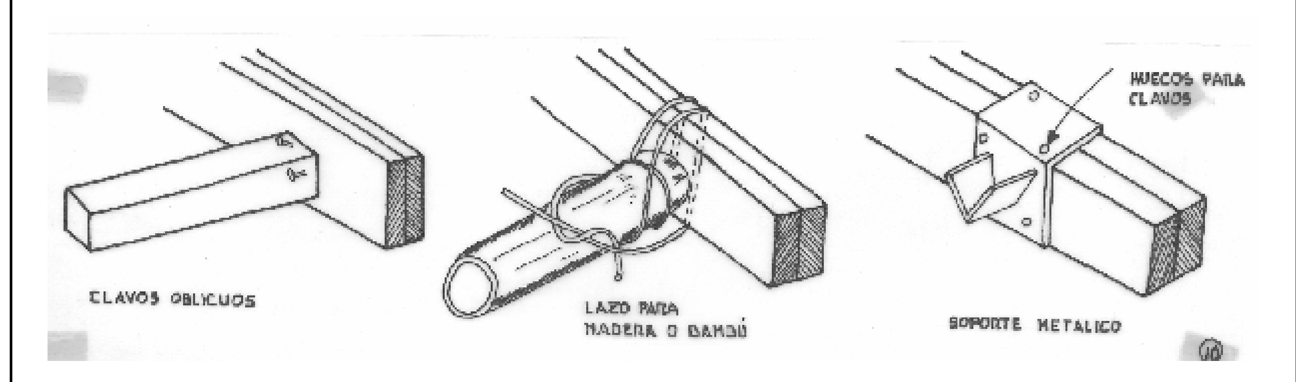
5.7 Las medidas de los puntales, indicadas en las columnas de las tabla del párrafo 4.5, sirven únicamente para sostener las cargas en la longitud del puntal.

Cuando la zanja tiene más de 4 m de ancho, deben calcularse las medidas de los puntales, para evitar que se doblen, sosteniéndolos, además, en otras piezas transversales de madera.

Cuando los puntales están sujetos a alguna carga perpendicular a sus ejes, se necesita calcular también su sección resistente.

5.8 Es necesario tomar las medidas del caso para evitar que los puntales se separen o desaten por golpes eventuales.

Los puntales de madera se pueden fijar con clavos oblicuos, con un lazo o un soporte.
Los puntales de bambú se pueden fijar con un lazo o un soporte.
Los puntales de metal con un soporte pueden tener extremos adaptados con un hierro angular (ver fig. 10).



6. EJEMPLO DE COLOCACION DE ENTABLADOS EN UNA ZANJA

6.1 En este ejemplo, la excavación a mano o a máquina no cambia mayormente las consecuencias de la ejecución.

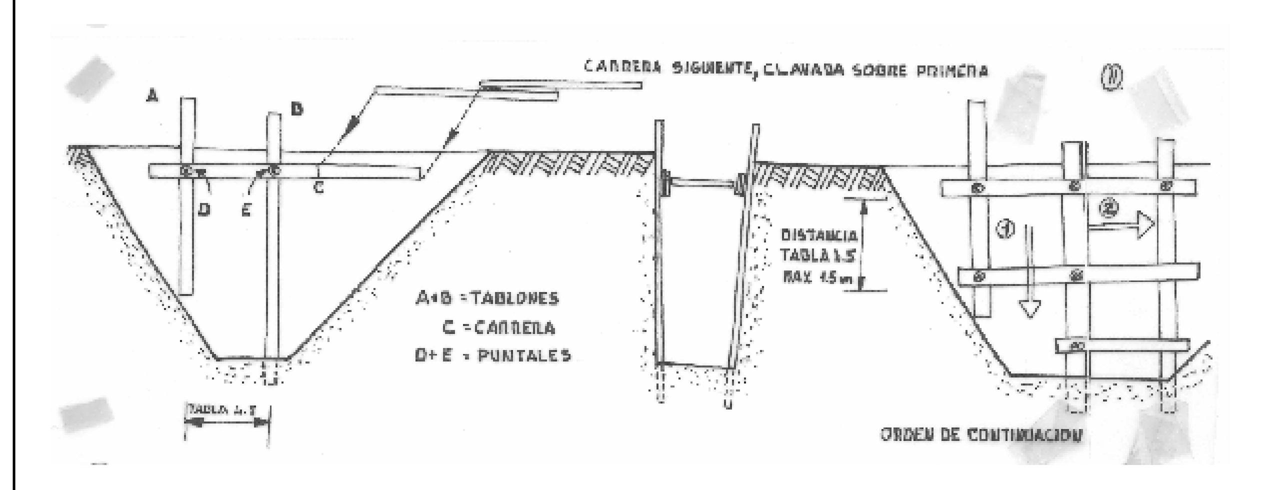
Para entablar la zanja y colocar los entablados se trabaja de un modo inverso.

6.2 Después de excavar una pequeña parte de la zanja proyectada hasta la profundidad requerida, se alisan los lados de la misma con una pala plana con mango largo desde el nivel del terreno.

6.3 Por ambos lados de la zanja se colocan dos tableros, a un intervalo como el calculado o según la tabla del párrafo 4.5.

Sobre estos dos tableros (A y B) se colocan la primera carrera (c) con algunos clavos en la parte de arriba y los dos primeros puntales (D y E) (ver fig. 11).

Las carreras constan de doble tablón, en el que una parte continúa sobre la otra, para facilitar un buen eslabonamiento.



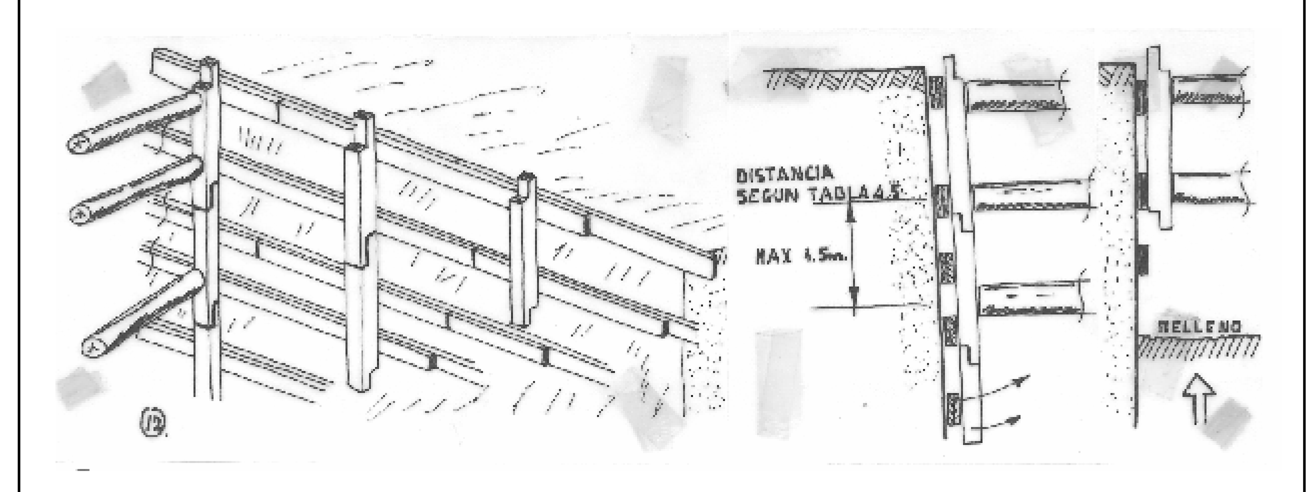
6.4 La primera fase de la colocación de la primera carrera deben realizarla las personas que trabajan sobre el terreno.

Después de la colocación de los puntales, estas personas pueden seguir trabajando en la excavación.

Para continuar la colocación de elementos de retención, se trabaja empezando por abajo y luego horizontalmente, siguiendo la excavación.

6.5 En circunstancias especiales, que se necesita trabajar en niveles horizontales y debe entablarse gradualmente la zanja en niveles horizontales, deben usarse carreras de una longitud de 1 - 2 m (ver fig. 12).

6.6 Cuando es necesario levantar algunos puntales para colocar tubos de alcantarilla, etc., es necesario hacer una construcción que reciba todas las cargas de presión horizontal.

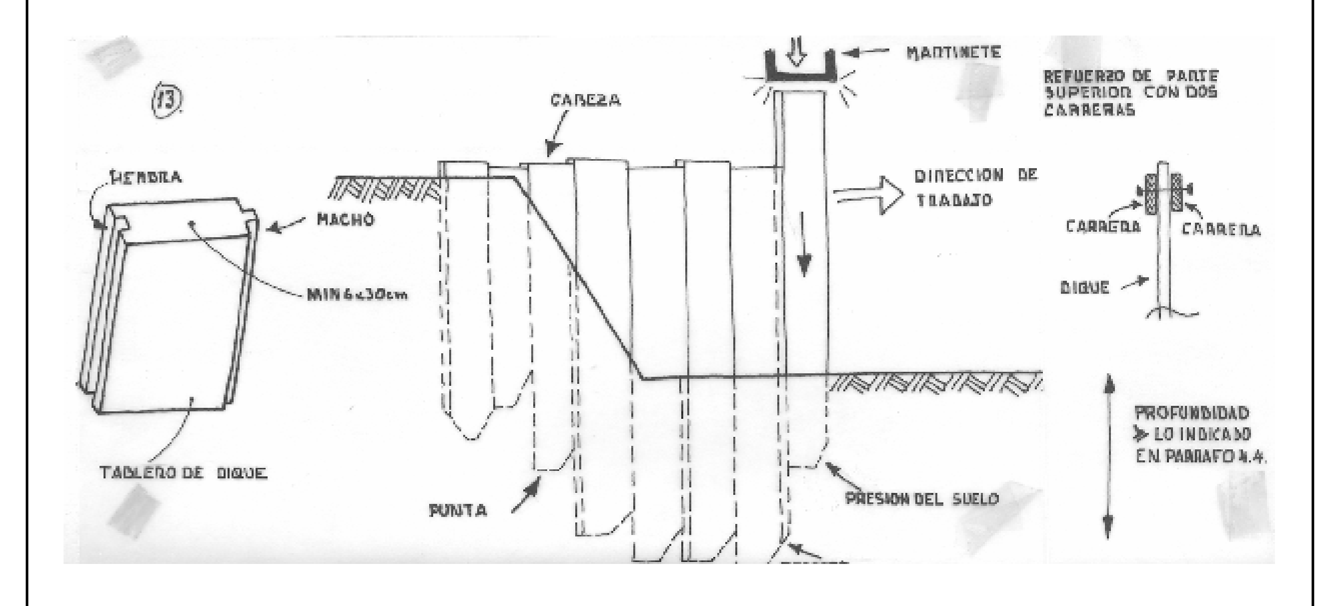


6.6 Cuando es necesario levantar algunos puntales para colocar tubos de alcantarilla, etc., es necesario hacer una construcción que reciba todas las cargas de presión horizontal, en lugar de los puntales sacados.

6.7 Para usar tableros de dique de madera, deben recortarse sus puntas por un lado, a fin de garantizar una buena junta con los tableros vecinos como consecuencia de la presión del suelo cuando se los hinca (ver fig. 13).

Para evitar que en la cabeza del tablero del dique se produzca una hendidura o rajadura por efecto de los golpes del martinete, se recomienda redondear esta cabeza o aplicar un dispositivo de protección.

El dique de tableros debe tener un eslabonamiento por medio de dos carreras en la parte superior.



7. METODOS DE DESAGUE DE LAS EXCAVACIONES

7.1 En las excavaciones que tienen un drenaje natural insuficiente, se debe evitar el exceso de agua por medio de drenajes artificiales o un sistema de bombeo.

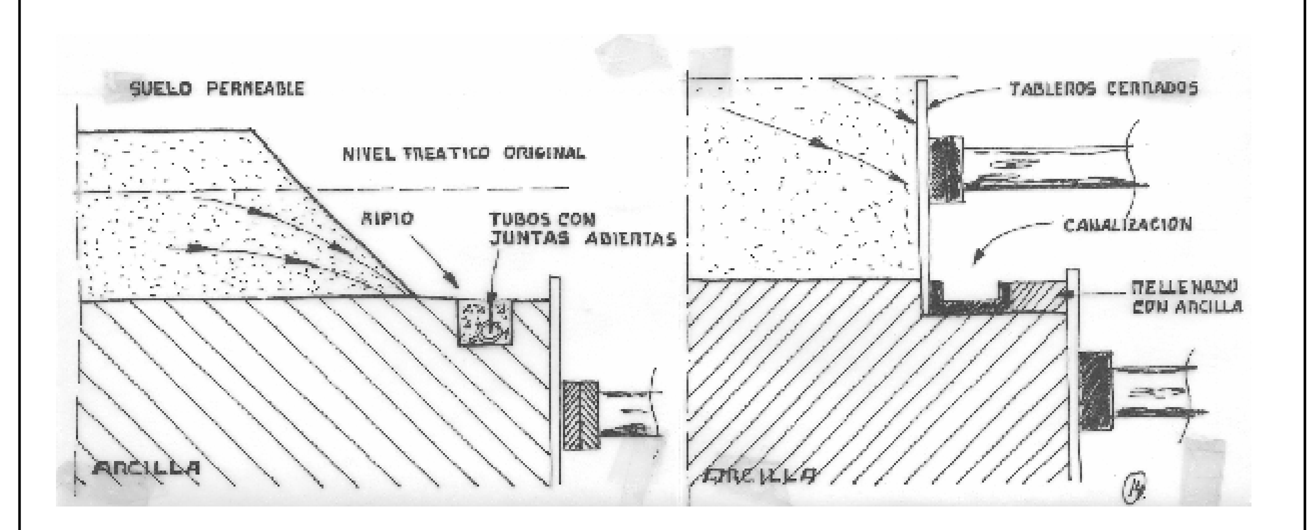
7.2 El método adoptado depende de los aspectos siguientes:

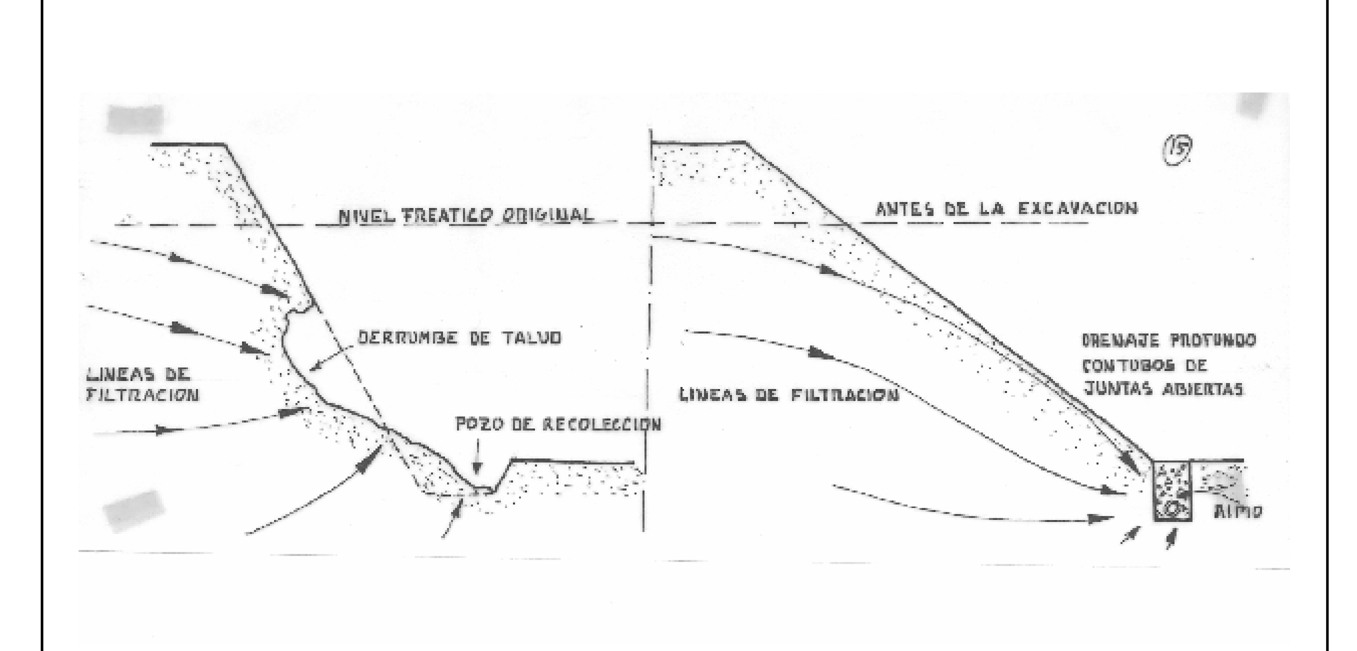
a) condiciones del suelo, como la permeabilidad de las varias capas;
b) profundidad de la excavación bajo el nivel freático;
c) método de soporte de los lados de la excavación, como tableros cerrados o con intervalos; y,
d) necesidad de garantizar la seguridad de las construcciones o edificios vecinos.

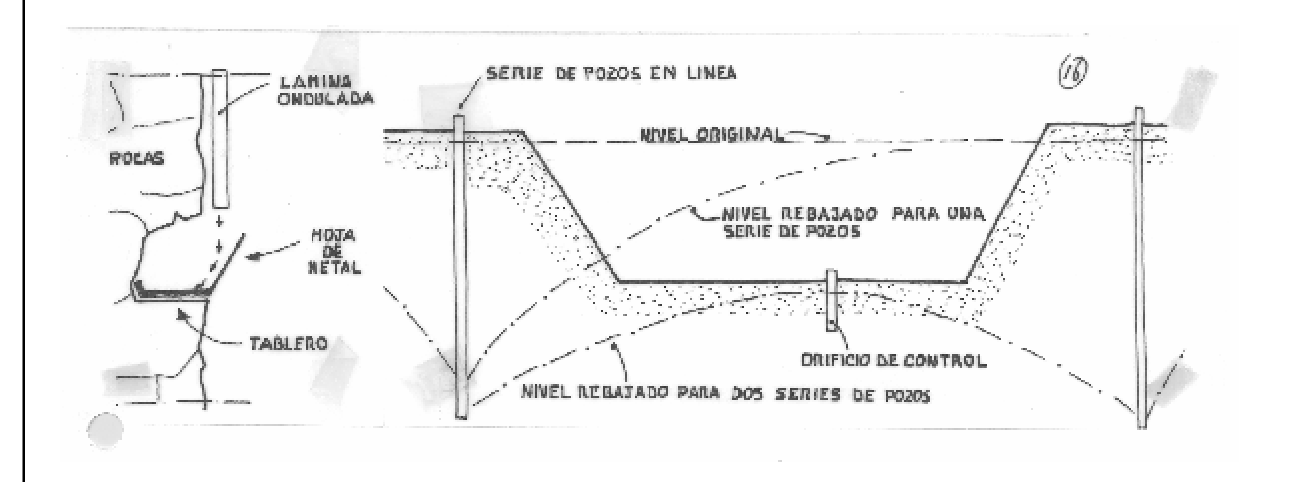
7.3 Cuando se aplique un sistema de desagüe, se debe cumplir con las condiciones siguientes:

a) el nivel freático rebajado debe ser controlado constantemente, evitando fluctuaciones que alterarían la estabilidad del talud;
b) el método adoptado debe ser completamente estable, a fin de evitar derrumbes y otros desequilibrios del talud;
c) no debe ocurrir ninguna pérdida de suelo de granulación fina; el control mediante un depósito clarificador, donde este suelo se decanta, debe indicar si es necesario instalar un sistema de filtros a fin de retener el suelo fino;
d) debe haber una reserva de capacidad adecuada de bombeo y una planta auxiliar de seguridad, que pueda servir también durante el mantenimiento;
e) la salida del sistema de desagüe debe estar lejos de la excavación;
f) la actividad de bombeo no debe afectar las construcciones que estén junto o cerca a la excavación; y,
g) el nivel freático del agua no debe estar más abajo que lo requerido para la construcción.

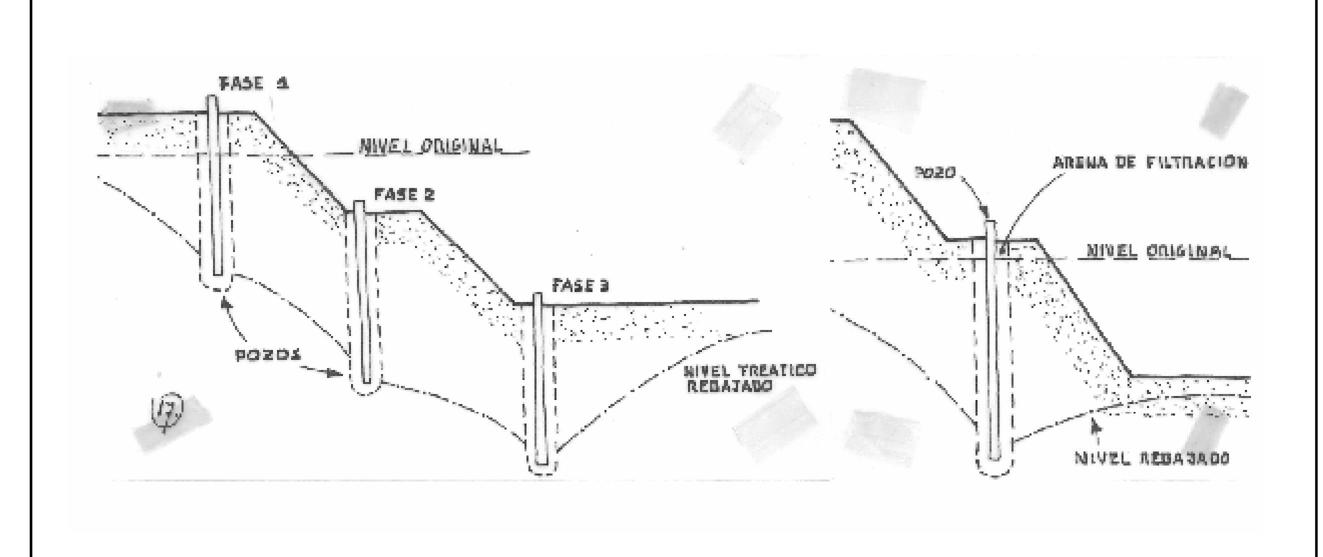
7.4 En los siguientes dibujos se indican algunos ejemplos de tipos de drenaje para diversas circunstancias (ver figs. 14, 15, 16 y 17).







Se indica también el nivel rebajado mediante una y dos series de pozos. Es importante rebajar tan sólo lo necesario el nivel freático, el mismo que puede controlarse con un orificio hecho en la mitad de la excavación.



7.5 Cuando se rebaja el nivel freático artificialmente en suelos expansivos, muchas veces ocurre una compactación del suelo debido al proceso desecador de las arcillas.

Se debe evitar que esta compactación ocasione daños a construcciones cercanas y también que las construcciones hechas en suelos recientemente compactados sean dañadas por la expansión del suelo, después que se tapen los pozos y las excavaciones, y el agua freática regrese a su nivel original.

REFERENCIAS DE ESTUDIO

- *Indian Standard IS. 3764 - 1966.* **Safety Code for Excavation and Trenching work.**
- *Dutch Labour Inspection.* **Excavation and Trenching work.** P.25 .
- *Dutch Labour Inspection.* **Crane Tracks for Building Cranes.** *P.127.*
- *BSI* **Code of Practice for Foundations CP.** *2004.*

IMPORTANTE

El INEN invita a Ud. emitir las observaciones que crea conveniente respecto a esta Guía, por cuanto las considera necesarias. Las sugerencias para mejorar el uso de esta Guía serán bien recibidas y los comentarios documentados serán considerados para una nueva elaboración o una norma definitiva.

Enviarla a:

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, INEN
Baquerizo Moreno 454 y 6 de Diciembre
Telfs.: 2501885 al 2501891 - Casilla 3999
Telex: (593) 2 2567815
Quito - Ecuador

Esta Guía de Práctica fue elaborada por:

Arq. Sjoerd Nienhuys
Asesor de la división de construcción del INEN

Revisada por:

Arq. Carlos Maldonado
Jefe de la división de construcción
Ing. Gustavo Jiménez
Técnico Normalizador

Aprobado por:

Ing. Raúl Estrada
Director General del INEN